

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	1060nm 単一モード VCSEL とモードフィルタを使用した標準単一モードファイバー伝送に関する研究
Title(English)	Study on standard single-mode fiber transmission using 1060nm VCSELs and mode filters
著者(和文)	ZHANGBoXuan
Author(English)	Boxuan Zhang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12693号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:植之原 裕行,小山 二三夫,中村 健太郎,西山 伸彦,宮本 智之,渡辺 正裕,粕川 秋彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12693号, Conferred date:2024/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	ZHANG BoXuan		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	植之原裕行	教授		宮本 智之	准教授
	審査員	小山二三夫	特任教授	審査員	渡辺 正裕	准教授
		中村健太郎	教授		粕川 秋彦	学外審査員
		西山 伸彦	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Study on standard single-mode fiber transmission using 1060nm VCSELs and mode filters」(1060nm 帯面発光レーザとモードフィルタを用いた標準単一モード光ファイバ伝送に関する研究)と題し、英文 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」(序論)では、データセンターにおける急増するトラフィック需要に対する光リンクの現状と課題について述べるとともに、現在、短距離光リンクの主要光源として広く用いられている面発光レーザの発光波長を 1060nm 帯まで延伸し、通常の単一モード光ファイバを伝送路として用いる光リンクに着目して、その 2 モード伝送に伴う課題解決が本研究の目的であると述べている。

第 2 章「Modeling of standard single-mode fiber transmission using 1060nm VCSELs」(1060nm 帯標準単一モード光ファイバ伝送のモデル化)では、波長 1060nm 帯における標準単一モード光ファイバ伝送のモデル化を行っている。この波長帯では、2つの伝搬モードが存在することから、特に、光ファイバ接続点で発生するモード間の結合と伝送中の各モードの伝送位相差によって発生する強度雑音を定式化するモデルを構築している。さらに、送信・受信端で高次モードを除去するモードフィルタを配置することで、強度雑音が低減できることを示している。また、光源として用いる半導体レーザのレーザ線幅を狭くすることも有効であることを指摘している。

第 3 章「Design and characterization of fiber-based mode filter」(ファイバを用いたモードフィルタの設計と評価)では、標準単一モード光ファイバを曲げることによって、波長 1060nm で存在する高次モードを除去するモードフィルタの設計と実験的検証結果について述べている。曲げファイバでの放射損失を考慮し、曲率半径 8mm 程度の曲げにより、10dB 以上の高次モードの遮断と基本モードに対して 0.1dB 以下の低損失化が可能であることを計算で示すとともに、意図的に軸ずれを起こしたファイバ融着技術により高次モードを励振する評価系を構築して、そのモードフィルタ特性について、計算と実験結果が一致したと述べている。

第 4 章「Design and characterization of 90-degree fiber based compact mode filter array」(90度の曲げを有する小型モードフィルタアレイの設計と評価)では、光トランシーバに実装可能な小型モードフィルタアレイを提案している。光ファイバの比屈折率差を高めることで、高次モード遮断率と基本モードに対する損失を抑え、大きさ 4mm 程度までモードフィルタを小型化する設計指針を明らかにするとともに、実験的に第 3 章の評価手法を用いて、そのモードフィルタ特性を明らかにし、その有効性を実証している。また、モードフィルタの接続部で発生する高次モードを抑圧する構成法も提案している。

第 5 章「Modal noise measurements and transmission characteristics of 1060nm standard single-mode fiber transmission」(1060nm 帯標準単一モード光ファイバ伝送におけるモード干渉雑音と伝送特性)では、1060nm 帯単一モード面発光レーザと標準光ファイバを用いて伝送実験を行い、意図的に複数箇所を軸ずれを導入して、モード干渉雑音を定量的に評価するとともに、第 3 章で述べたモードフィルタの効果を明らかにしている。4 箇所の軸ずれを含んだ長さ 500m の光ファイバを伝送路として用い、軸ずれ接続により強度雑音が発生することを確認するとともに、送信・受信端にモードフィルタを挿入することで、強度雑音が 4dB 程度低減できることを明らかにしている。さらに、この構成を用いることで、長さ 500m で 50Gbps の高速伝送にも成功したと述べている。

第 6 章「Conclusion」(結論)では、本研究で得られた成果を総括している。これを要するに本論文は、波長 1060nm 帯面発光レーザと標準単一モード光ファイバによる光リンクの長尺化と高速化の実現を目指し、この波長帯における 2 モード伝送に伴う強度雑音の定量化とモードフィルタによる低減手法を確立したもので、工学上ならびに工業上寄与するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認められる。